نشریه پژوهش‌های زراعی ایران
جلد ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۵۳-۲۴۱

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 17, No. 2, Summer. 2019, p. 241-253

# ارزیابی پایداری ژنتیکی برخی از صفات زراعی هیبریدهای سیب‌زمینی تحت شرایط آب و هوایی مختلف

شیوا محمدنیا[۱]، علی اصغری[۲*]، داود حسن‌پناه[۳]، رحمت‌الله کریمی‌زاده[۴]، علی‌اکبر شکوهیان[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۰

## چکیده

این پژوهش به‌منظور دستیابی به هیبریدهای مناسب از نظر صفات زراعی با شرایط اقلیمی مناطق تولید سیب‌زمینی کشور اجرا شد. تعداد ۲۰ هیبرید سیب‌زمینی همراه با پنج رقم تجاری (ساوالان، آگریا، کایزر، لوتا و ساتینا)، در آزمایشی بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل، خراسان رضوی، کرج، اصفهان و همدان در سال ۹۴-۱۳۹۵ ارزیابی گردیدند. در طول دوره‌ی رشد و پس از برداشت محصول برخی از صفات از جمله ارتفاع بوته، تعداد روز تا غده‌زایی، تعداد ساقه اصلی در بوته، تعداد و وزن غده در بوته، عملکرد غده کل و درصد ماده خشک غده اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد ارزیابی نشان داد که بین هیبریدهای سیب‌زمینی از لحاظ تمام صفات اختلاف معنی‌دار وجود دارد و اثر متقابل هیبرید × محیط در صفات ارتفاع بوته، تعداد روز تا غده‌زایی، تعداد و وزن غده در بوته، عملکرد غده کل و درصد ماده خشک غده معنی‌دار بود. هیبریدهای ۵، ۹، ۱۷ و ۱۹ بیشترین عملکرد غده کل و هیبرید ۲۰ و رقم ساتینا دارای کمترین وزن غده در بوته بودند. در تجزیه عامل‌ها، ۳ عامل مستقل از هم ۷۵/۷۴ درصد از تنوع را توجیه نمودند. عامل اول, عامل عملکرد عامل دوم، عامل غده‌زایی و عامل سوم عامل ساختاری بوته نام‌گذاری شد. سه عامل اول برای گروه‌بندی هیبریدها مورد استفاده قرار گرفتند. هیبریدهای ۵، ۱۷ و ۱۹ به‌عنوان هیبرید برتر انتخاب گردید. هیبریدهای ۱، ۳ و ۲۰ با دارا بودن بیشترین درصد ماده خشک برای فرآوری (چیپس) قابل توصیه می‌باشد. صفت وزن غده در بوته و تعداد غده در بوته دارای بیشترین شاخص پیشرفت ژنتیکی، وراثت‌پذیری، ضریب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی بودند. لذا، می‌توان این صفات را در برنامه‌های اصلاحی از طریق گزینش بهبود داد.

**واژه‌های کلیدی:** پارامترهای ژنتیکی، پیشرفت ژنتیکی، سیب‌زمینی، عملکرد، هیبرید، وراثت‌پذیری

## مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tubersum* L.) گیاهی یک‌ساله و اتوتتراپلوئید است که به دو روش جنسی و غیرجنسی تکثیر می‌شود. ارقام زراعی و کلون‌های تولیدی به‌صورت غیرجنسی از طریق غده تولید و تکثیر می‌یابند. خصوصیت مهم سیب‌زمینی تکثیر غیر جنسی آن است که باعث تثبیت ژنتیکی می‌شود. جوامع ژنتیکی جدید به‌صورت جنسی و از طریق خودگرده‌افشانی و یا دگرگرده‌افشانی تولید می‌شوند (Hassanpanah, 2013). این گیاه از نظر اهمیت غذایی و تولید بعد از گندم و برنج قرار دارد که علاوه بر استفاده‌های صنعتی، در مواردی نیز جایگزین گندم بوده و یکی از چهار ماده غذایی اصلی جهان بعد از گندم و برنج و ذرت به‌شمار می‌رود ( Hassanpanah and Hassanabadi, 2012). تولید سالیانه بیش از ۳/۵ میلیون تن سیب‌زمینی در کشور، این محصول را در ردیف مهم‌ترین مواد غذایی قابل مصرف بعد از گندم قرار داده است. وجود انواع ویتامین‌ها به‌ویژه ویتامین C و پروتئین‌ها در سیب‌زمینی، مصرف آن را به‌عنوان یک ماده غذایی با ارزش و سرشار از کربوهیدرات در جهان رایج کرده است. به‌طوری‌که، ۵/۲ درصد انرژی مصرفی روزانه جمعیت جهان از سیب‌زمینی تأمین می‌شود (Khazaee *et al.*, 2012). با توجه به روند افزایش روزافزون جمعیت جهان که تا سال ۲۰۵۰ به ۹ میلیارد نفر خواهد رسید، در آینده امنیت غذایی انسان‌ها مهمترین چالش پیش روی دولت‌ها خواهد بود. نیاز شدید به تأمین مواد غذایی برای جمعیت رو به رشد کشور از یک طرف و لزوم نیل به خودکفایی در امر تولیدات کشاورزی، بی‌نیازی از واردات و ایجاد امنیت غذایی از طرف

۱- دانشجوی دکترا، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
۳- استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران، رشته اصلاح نباتات
۴- استادیار موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی گچساران، ایران، رشته اصلاح نباتات
۵- دانشیار دانشگاه محقق اردبیلی، رشته علوم باغبانی
(*- نویسنده مسئول: Email: ali_asgharii@yahoo.com)
DOI: 10.22067/gsc.v17i2.69722

دیگر ایجاب می‌کند تا میزان تولیدات کشاورزی در کشور افزایش داده شود (Mohammadnia *et al*., 2014). عملکرد بالا یکی از اهداف اصلی برنامه‌های به‌نژادی در گیاهان است (Vahabzadeh and Ghasemi, 2012). وجود اثرات متقابل محیط و ژنوتیپ همواره از مشکلات اصلاح‌گران می‌باشد. زیرا، عملکرد در محیط‌های مختلف تغییر می‌یابد و این امر موجب دشواری برنامه‌های اصلاحی می‌شود. لذا، نظر به این که تهیه ارقام اصلاح شده و سازگار با عملکرد بالا برای هر محیط از نظر اقتصادی متضمن هزینه سنگین و صرف وقت زیاد است، باید سعی در انتخاب ارقامی کرد که برای چند منطقه متفاوت قابل‌توصیه باشند (Mohaddesi *et al*., 2013). یک رقم زراعی وقتی حداقل از نظر یک صفت زراعی مهم، بهتر از شاهد باشد و از نظر سایر صفات به‌طور معنی‌داری ضعیف نباشد، رقم برتر در نظر گرفته می‌شود. توانایی محصول‌دهی در محیط‌های مختلف یک پیش شرط لازم برای یک رقم جدید است. فقط تعداد معدودی از صفات در شرایط اقلیمی مختلف ثابت می‌مانند و بسیاری از آن‌ها به شدت به شرایط محیطی واکنش نشان می‌دهند. بنابراین، لازم است که پایداری ارقام در مناطق و سال‌های مختلف بررسی شود (Bolandi and Hamidi, 2016).

موفقیت در انتخاب، بستگی به اثر ژن و وراثت‌پذیری صفات دارد و دانستن میزان توارث‌پذیری یک صفت در اصلاح یک رقم به محقق کمک شایانی خواهد نمود. وراثت‌پذیری نه تنها خصوصیت یک صفت، بلکه خصوصیت یک اجتماع، خصوصیت شرایط محیطی که افراد در معرض آن قرار دارند و خصوصیت روشی که توسط آن فنوتیپ محاسبه می‌گردد، محسوب می‌شود. وراثت‌پذیری‌ها در ارتباط با نوع صفت تفاوت زیادی با هم دارند. به‌طور کلی، صفات با وراثت‌پذیری کم عملکرد ارتباط نزدیکی با توان تولید مثلی دارند. در حالی‌که صفات با وراثت‌پذیری بالا ممکن است با توان تولید مثلی ارتباط خیلی زیادی نداشته باشند (Farshadfar, 1997).

نتایج پژوهش پانی‌جراحی و همکاران (Panigrahi *et al*., 2017) نشان داد که بیشترین میزان توارث‌پذیری به‌ترتیب مربوط به صفات درصد ماده خشک، عملکرد کل و عملکرد قابل فروش بود. حیدر و همکاران (Haydar *et al*., 2009) تجزیه و تحلیل پارامترهای ژنتیکی عملکرد و اجزای عملکرد ۳۰ ژنوتیپ سیب‌زمینی را طی سه سال متوالی در ۴ منطقه انجام دادند و نتایج نشان داد که صفات تعداد برگ در گیاه، وزن تازه گیاه و عملکرد غده در بوته عمدتاً با اثرات افزایشی ژن‌ها کنترل می‌شوند و انتخاب مستقیم در آن‌ها موثر است. هم‌چنین بیان کردند که صفات تعداد برگ در گیاه، وزن تازه غده در گیاه و میانگین وزن ساقه گیاه دارای ضریب تغییرات ژنوتیپی و پیشرفت ژنتیکی بالایی بودند. در تحقیقی ۲۸ کلون مختلف سیب‌زمینی با زمان رسیدگی متفاوت به همراه ۶ رقم شاهد مورد ارزیابی قرار گرفت و گزارش کردند که از میان صفات اندازه‌گیری شده درصد ماده خشک، وزن مخصوص و میزان نشاسته بالاترین وراثت‌پذیری عمومی و تعداد ساقه به دلیل بالا بودن ضریب تغییرات و در نتیجه بالا بودن تنوع، پایین‌ترین وراثت‌پذیری عمومی را به خود اختصاص دادند (Masoummpour *et al*., 2013). حسن‌پناه و همکاران (Hassanpanah *et al*., 2016 b) تعداد ۱۰۴ هیبرید سیب‌زمینی انتخابی در طی ۵ سال را همراه با ارقام شاهد ساوالان، کایزر، آگریا و خاوران به‌عنوان شاهد در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آرالوق اردبیل و موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج مورد مقایسه قرار دادند و پس از بررسی برخی صفات از جمله ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، قطر ساقه اصلی، تعداد و وزن غده در بوته و عملکرد غده، تعداد ۸۱ هیبرید را به‌عنوان هیبرید برتر از لحاظ صفات عملکرد غده قابل فروش و درصد ماده خشک غده انتخاب کردند. طی آزمایشی در کشور اتیوپی تعداد هشت ژنوتیپ سیب‌زمینی به مدت دو سال در پنج منطقه مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت ژنوتیپ CIP-396004.337 به‌عنوان ژنوتیپ ایده‌آل انتخاب شد (Gedif and Yigzaw, 2014). در بررسی که بین هیبریدهای حاصل از دورگ‌گیری ارقام آگریا و کایزر انجام گرفت، گزارش شد که از نظر عملکرد غده کل اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده شد. میانگین عملکرد غده در هیبریدها به‌ترتیب ۳۸/۳۴ تن در هکتار و در والدین آن‌ها نیز ۳۹/۲۵ تن در هکتار بود. دامنه عملکرد غده در بین هیبریدها و والدین آن‌ها به‌ترتیب ۴۳/۹۷ و ۲۸/۳۶ تن در هکتار و هم‌چنین در والدین آن‌ها بین ۴۱/۷۶ و ۳۶/۷۴ تن در هکتار متغیر بود. هیبریدهای شماره ۱، ۳، ۶، ۸ و ۹ و رقم آگریا دارای بیشترین عملکرد غده بودند و با بقیه هیبریدها و رقم کایزر تفاوت معنی‌دار داشتند (Bagherniae-kasbakhi and Hassanpanah, 2014).

علی‌رغم رشد زیاد تقاضا برای مصارف مختلف سیب‌زمینی، کشور ما به‌جز رقام جاوید، ساوالان و خاوران عملاً فاقد ارقام اصلاح شده است و تقریباً کلیه ارقام سیب‌زمینی موجود در کشور وارداتی می‌باشد. با وجود ارقام متعدد در دنیا، کسب اطلاعات از پارامترهای ژنتیکی صفات برای اصلاح سیب‌زمینی و معرفی ارقام جدید به‌منظور دستیابی به کمیت و کیفیت مطلوب یک امر مهم و ضروری است. هدف اصلی این پژوهش محاسبه پارامترهای ژنتیکی و ارزیابی پایداری برخی از صفات مهم زراعی سیب‌زمینی در مناطق آب و هوایی مختلف بود.

## مواد و روش‌ها

در این بررسی ۲۰ هیبرید و پنج رقم شاهد (ساوالان، آگریا، کایزر، لوتا و ساتینا) سیب‌زمینی (جدول ۱) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه‌های اردبیل، خراسان رضوی، کرج، اصفهان و همدان مورد ارزیابی قرار گرفت. بعد از آماده‌سازی زمین، کود شیمیایی فسفات آمونیوم، اوره و سولفات پتاسیم بر اساس آزمون

خاک محاسبه و با خاک مخلوط شد. هریک از هیبریدها و ارقام شاهد در دو خط شش متری با فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر و ۲۵ سانتی‌متر فاصله بوته کشت شدند.

**جدول ۱- هیبریدها و ارقام شاهد سیب‌زمینی مورد بررسی در این تحقیق**

**Table 1-The studied potato hybrids and control cultivars studied in this research**

| ارقام شاهد Control cultivars | شماره NO | والد پدری | والد مادری | کد هیبرید Hybrid cod | شماره NO | والد پدری | والد مادری | کد هیبرید Hybrid cod | شماره NO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| کایزر Caesar | 13 | کایزر Caesar | لوتا Luta | 3 | 11 | کایزر Caesar | لوتا Luta | 16 | 1 |
| ساتینا Satina | 22 | کایزر Caesar | لوتا Luta | 2 | 12 | کایزر Caesar | لوتا Luta | 9 | 2 |
| لوتا Luta | 23 | ساوالان Savalan | لوتا Luta | 21 | 14 | کایزر Caesar | لوتا Luta | 15 | 3 |
| آگریا Agria | 24 | ساوالان Savalan | لوتا Luta | 5 | 15 | کایزر Caesar | لوتا Luta | 11 | 4 |
| ساوالان Savalan | 25 | ساوالان Savalan | لوتا Luta | 1 | 16 | کایزر Caesar | لوتا Luta | 13 | 5 |
| | | ساوالان Savalan | لوتا Luta | 2 | 17 | کایزر Caesar | لوتا Luta | 5 | 6 |
| | | ساوالان Savalan | لوتا Luta | 3 | 18 | کایزر Caesar | لوتا Luta | 23 | 7 |
| | | ساوالان Savalan | لوتا Luta | 16 | 19 | کایزر Caesar | لوتا Luta | 56 | 8 |
| | | ساوالان Savalan | لوتا Luta | 14 | 20 | کایزر Caesar | لوتا Luta | 12 | 9 |
| | | ساوالان Savalan | لوتا Luta | 13 | 21 | کایزر Caesar | لوتا Luta | 4 | 10 |

به‌طوری‌که، در هر خط ۲۵ غده قرار گرفت. ۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار سم کنفیدور جهت مبارزه با سوسک کلرادو استفاده شد. هم‌چنین، مبارزه با علف‌های هرز در دو مرحله ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متری بوته‌ها انجام شد. صفات تعداد روز تا غده‌زایی، ارتفاع بوته، تعداد ساقه، تعداد غده در بوته، وزن غده در بوته، عملکرد غده کل و درصد ماده خشک اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌ها به‌صورت مرکب و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش با نرم‌افزارهای SAS و SPSS انجام شد.

پارامترهای ژنتیکی وراثت‌پذیری (۱)، پیشرفت ژنتیکی (۴)، ضریب تغییرات ژنتیکی (۲) و فنوتیپی (۳) با استفاده از معادله‌های زیر محاسبه گردید:

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_{ph}^2} \times 100 \qquad (۱)$$

$$GCV = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{x}} \times 100 \qquad (۲)$$

$$PCV = \frac{\sqrt{\sigma_{ph}^2}}{\bar{x}} \times 100 \qquad (۳)$$

$$GA = h^2 \times K \times \frac{\sqrt{\sigma_{ph}^2}}{\bar{x}} \times 100 \qquad (۴)$$

شدت گزینش (K) در سطح احتمال ۵ درصد برابر ۲/۰۶ در نظر گرفته شد.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که هیبریدها از نظر تمامی صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۲). اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای تمامی صفات به‌جز تعداد ساقه معنی‌دار بود که این بدین مفهوم است که هیبریدها در شرایط محیطی مختلف واکنش متفاوتی نشان داده‌اند. مقایسه میانگین هیبریدها بر اساس صفت تعداد ساقه (شکل ۱) نشان داد که هیبرید شماره ۹، ۱۱ و ۱۲ دارای بیشترین تعداد ساقه بودند و هیبرید شماره ۱۹، ۲۰ و ۲۱ کمترین تعداد ساقه را داشتند. نتایج مقایسه میانگین هیبریدها در محیط‌های مختلف نشان داد که

هیبریدهای ۱۵، ۱۷ و ۲۱ بیشترین تعداد روز و هیبریدهای ۲، ۳ و ۴ کمترین تعداد روز تا غده‌زایی را به خود اختصاص دادند (شکل ۲). بیشترین طول ساقه مربوط به رقم شاهد کایزر و هیبریدهای شماره ۱، ۲، ۳، ۱۱، و ۱۵ و کمترین آن به هیبرید ۹، ۱۰ و ۲۰ تعلق داشت (شکل ۳). بیشترین تعداد غده در بوته در هیبریدهای ۵، ۷، ۱۲، ۱۷ و ۱۸ و کمترین تعداد غده در بوته در هیبریدهای ۳ و ۲۱ بود. هیبریدهای ۱، ۵، ۸ و ۱۷ بیشترین و هیبرید ۷ و شاهدهای کایزر و ساتینا کمترین وزن غده در بوته را به خود اختصاص دادند (شکل ۴). هیبریدهای ۵، ۹، ۱۷ و ۱۹ دارای بیشترین عملکرد غده در هکتار بودند و عملکرد بیشتری نسبت به شاهدها داشتند و کمترین عملکرد غده در هکتار متعلق به هیبرید ۲۰ و رقم شاهد ساتینا بود (شکل ۵). ارقام و هیبریدهایی که دارای تعداد ساقه‌های قوی، ایستاده و باز بوده و در چند هفته پس از کاشت دارای سطح سبز یکنواخت هستند انتخاب می‌شوند و هرچه رشد اولیه بوته‌ها سریع‌تر باشد، عملکرد غده نیز بالا خواهد بود (Hassanpanah *et al.*, 2016 a).

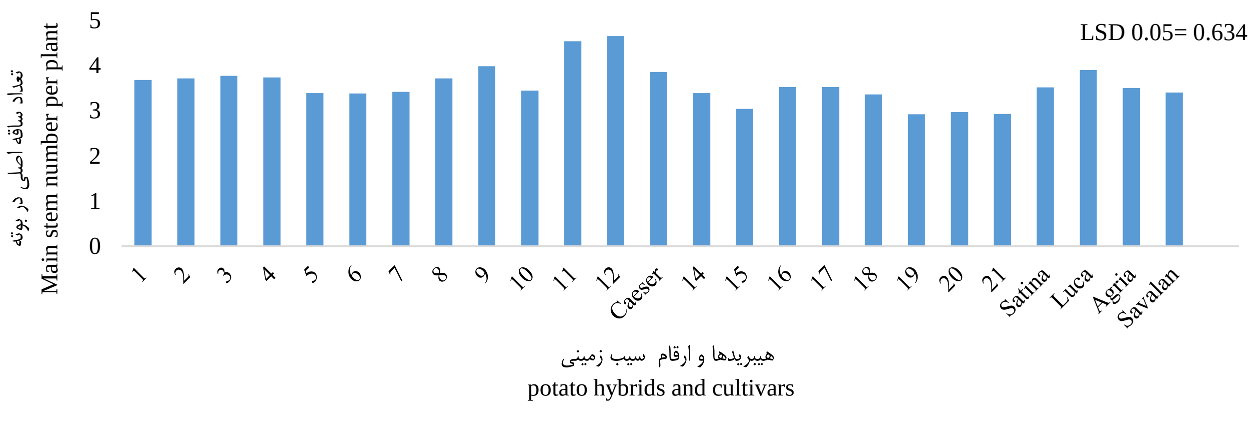
**جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد ارزیابی در هیبریدهای سیب‌زمینی**

**Table 2- Combined analysis of variance of evaluated traits in potato hybrids**

| منابع تغییرات S.O.V | درجه آزادی d.f | Means of squares میانگین مربعات | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | تعداد روز تا غده‌زایی Day of tuberization (Day) | ارتفاع بوته Plant height (cm) | تعداد ساقه اصلی در بوته Main stem number | تعداد غده در بوته Tuber number per plant | وزن غده در بوته Tuber weight per plant (g) | عملکرده غده کل Total yield (ton ha$^{-1}$) | درصد ماده خشک Dry matter percentage (%) |
| محیط Environment | 4 | 122.079$^{**}$ | 449.038$^{ns}$ | 1.136$^{ns}$ | 69.998$^{ns}$ | 1155403.457$^{*}$ | 5849.268$^{**}$ | 31.641$^{ns}$ |
| تکرار درون محیط Repeat/ Environment | 10 | 14.647 | 171.534 | 0.866 | 39.715 | 248838.122 | 71.431 | 34.405 |
| هیبرید Hybrid | 24 | 77.687$^{**}$ | 148.891$^{**}$ | 2.669$^{**}$ | 20.375$^{**}$ | 108219.605$^{**}$ | 239.098$^{**}$ | 64.145$^{**}$ |
| هیبرید × محیط Hybrid × Environment | 96 | 8.625$^{**}$ | 92.122$^{**}$ | 0.846$^{ns}$ | 8.568$^{**}$ | 58294.476$^{**}$ | 203.923$^{**}$ | 41.966$^{**}$ |
| Error خطا | 240 | 3.74 | 39.604 | 0.776 | 2.513 | 18012.94 | 32.61 | 11.383 |
| C. V. (%) ضریب تغییرات | | 3.213 | 9.84 | 24.683 | 20.70 | 20.907 | 17.528 | 16.16 |

**، * و ns به‌ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و غیر معنی‌دار

ns,* and **Non-Significant, Significant at 5% and 1% probability levels respectively

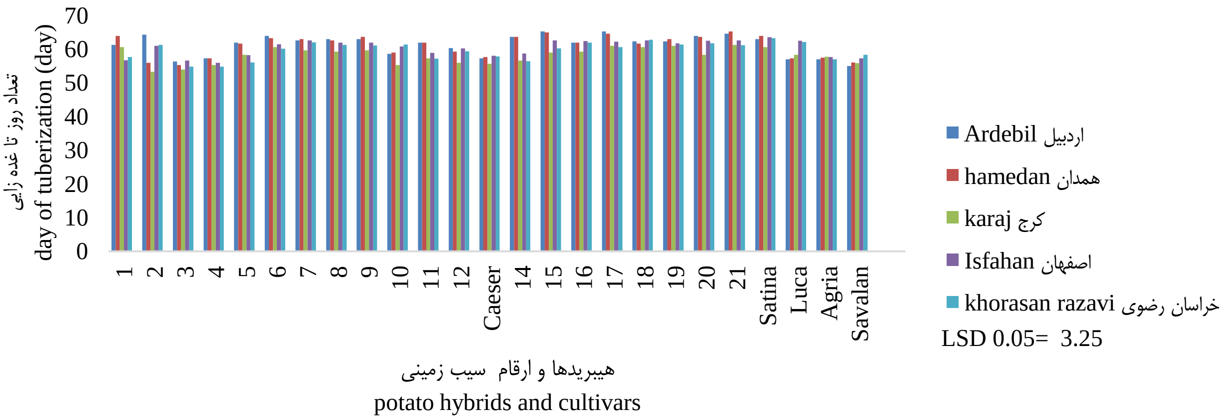



**شکل ۱- مقایسه میانگین صفت تعداد ساقه در هیبریدها و ارقام شاهد سیب‌زمینی مورد مطالعه**

**Figure 1- Mean comparison for main stem number per plant trait in studied potato hybrids and control cultivars**

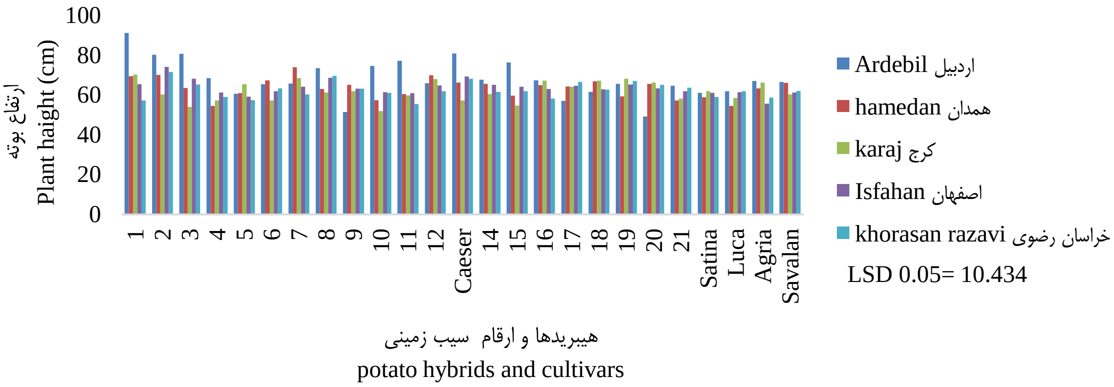
بیشترین درصد ماده خشک مربوط به هیبریدهای ۱، ۳ و ۲۰ و کمترین آن به هیبرید ۷ تعلق داشت (شکل ۶). درصد ماده خشک مهم‌ترین گزینه در تعیین نوع مصرف آن می‌باشد. از غده‌هایی با درصد پایین ماده خشک می‌توان در صنعت کنسروسازی استفاده کرد.

بالا بودن میزان ماده خشک در فرآوری سیب‌زمینی اهمیت ویژه‌ای دارد. زیرا، با افزایش ماده خشک بازدهی فرآوری بیشتر، زمان پخت کوتاه‌تر، بافت سیب‌زمینی بهتر و در صورت استفاده برای چیپس و فرنچ فرایز روغن کمتری مصرف می‌شود. درصد ماده خشک غده تحت شرایط محیطی مختلف تغییر می‌نماید. عموماً عواملی که رشد شاخ و برگ را تحریک می‌کند، درصد ماده خشک را کاهش می‌دهند و عواملی که رشد غده را تحریک می‌کند، درصد ماده خشک را افزایش می‌دهد. همچنین، در هفته‌های آخر فصل رشد درصد ماده خشک غده‌های بزرگتر بیش از انواع کوچکتر افزایش می‌یابد. به‌طوری‌که، در هنگام بلوغ درصد ماده خشک غده‌های کوچکتر کمتر از درصد ماده خشک غده‌های بزرگتر است (Beukema and Vanderzaag, 1990). باید در نظر داشت که برای یک رقم خاص درصد ماده خشک همیشه ثابت نمی‌باشد. بعضی از ارقام به دلیل ژنتیکی دارای ماده خشک بالاتری نسبت به دیگر ارقام می‌باشند. پس باید در انتخاب رقم به خصوصیات ژنتیکی آن توجه شود (Hassanpanah and Hassanabadi, 2012). غده‌های با ماده خشک بالا به انرژی کمتری در طی سرخ یا خشک کردن جهت حذف آب نیاز دارند و بازده بالاتری در واحد وزن تر نسبت به غده‌هایی با ماده خشک پایین حاصل می‌کنند و در حین سرخ کردن روغن کمتری جذب می‌کنند (Hassanpanah and Hassanabadi, 2012). لذا، با در نظر گرفتن این موضوع هیبریدهای ۱، ۳ و ۲۰ در بین هیبریدهای مورد مطالعه برای فرآوری (چیپس) قابل توصیه می‌باشد. باتوجه به جدول ضرایب همبستگی (جدول ۳) مشخص شد که صفت تعداد روز تا غده‌زایی با صفت تعداد ساقه همبستگی منفی و معنی‌دار و با صفت تعداد غده در بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد. بین صفات عملکرد غده، وزن غده در بوته و تعداد غده در بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد. در تحقیقی با بررسی چهار رقم شاهد شامل ارقام لوکا، ساتینا، ساوالان و کایزر به‌همراه ۸۰ کلون نسل $F_2$ حاصل از تلاقی این ارقام با یکدیگر، نتیجه گرفتند که بین صفت وزن غده در بوته با صفت تعداد غده در بوته و وزن متوسط غده در بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفت تعداد روز تا گلدهی همبستگی منفی و معنی‌دار وجود دارد (Tarbali *et al.*, 2015).



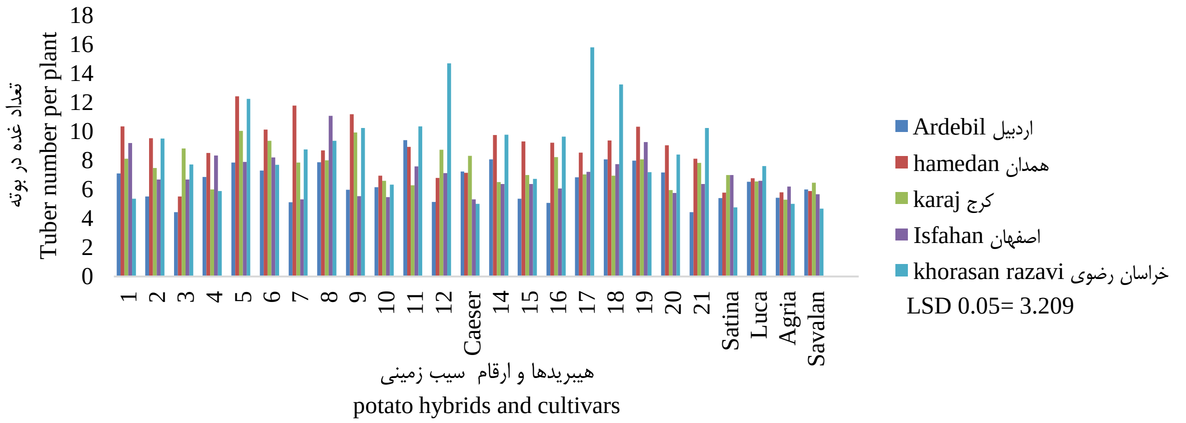

**شکل ۲- مقایسه میانگین صفت تعداد روز تا غده‌زایی ارقام و هیبریدهای مورد مطالعه در پنج منطقه**

**Figure 2- Mean comparison of days to tuberization trait in studied potato hybrids and cultivars in five regions**



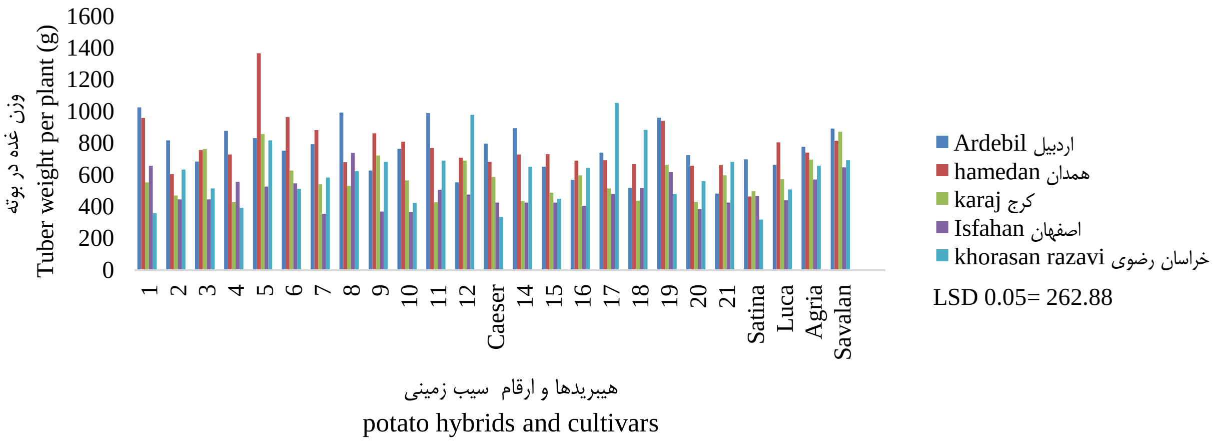
**شکل ۳- مقایسه میانگین صفت ارتفاع بوته در ارقام و هیبریدهای مورد مطالعه در پنج منطقه**

**Figure 3- Mean comparison of plant height trait in studied potato hybrids and cultivars in five regions**



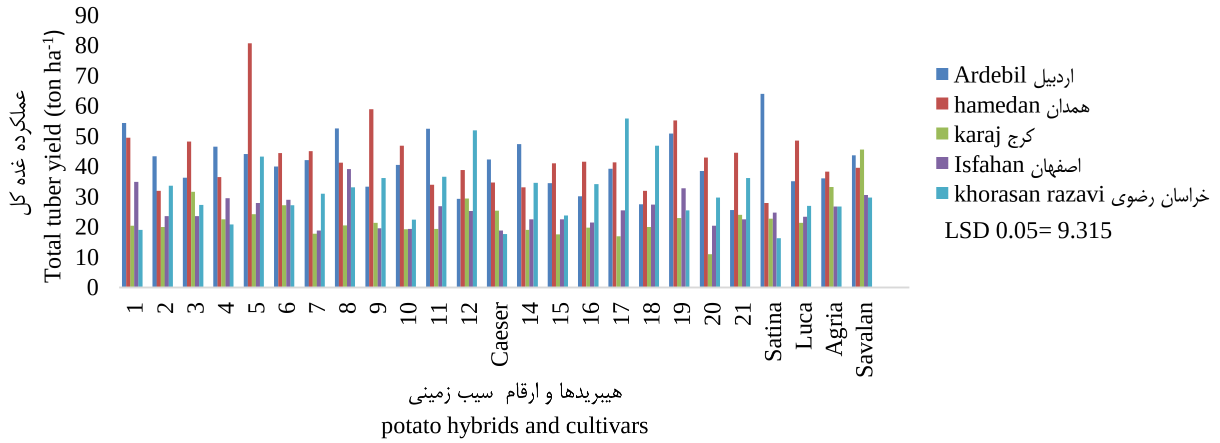

**شکل ٤- مقایسه میانگین صفت تعداد غده در بوته در ارقام و هیبریدهای مورد مطالعه در پنج منطقه**

**Figure 4- Mean comparison of tuber number per plant trait in studied potato hybrids and cultivars in five regions**



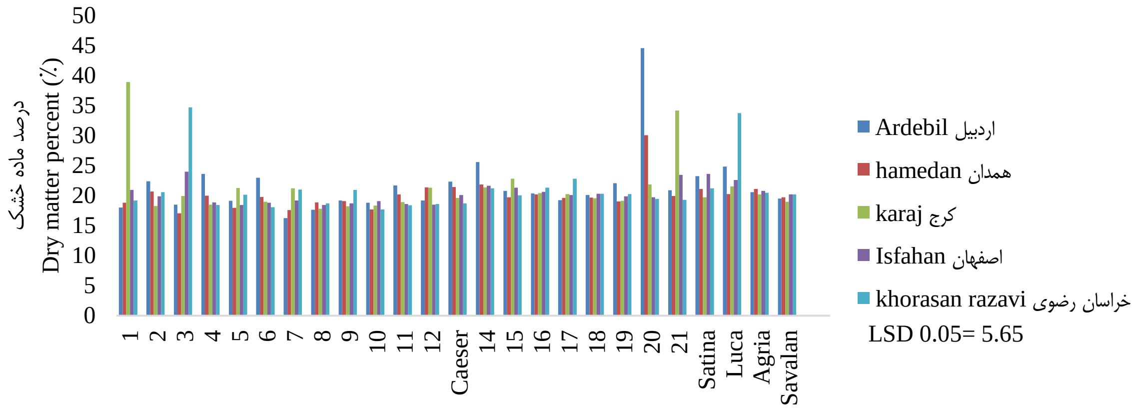

**شکل ٥- مقایسه میانگین وزن غده در هر بوته در ارقام و هیبریدهای مورد مطالعه در پنج منطقه**

**Figure 5- Mean comparison of tuber weight per plant trait in studied potato hybrids and cultivars in five regions**




**شکل ٦- مقایسه میانگین عملکرد غده کل در ارقام و هیبریدهای مورد مطالعه در پنج منطقه**

**Figure 6- Mean comparison of total tuber yield trait in studied potato hybrids and cultivars in five regions**




**شکل ۷- مقایسه میانگین درصد ماده خشک در ارقام و هیبریدهای مورد مطالعه در پنج منطقه**

**Figure7- Mean comparison of dry matter percent trait in studied potato hybrids and cultivars in five regions**

**جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه در هیبریدها و ارقام سیب‌زمینی**

**Table 3- Simple correlation coefficient between studied traits in potato hybrids and cultivars**

| | تعداد روز تا غده‌زایی Day of tuberization | ارتفاع بوته Plant height | تعداد ساقه اصلی در بوته Main stem number | تعداد غده در بوته Tuber number per plant | وزن غده در بوته Tuber weight per plant | عملکرده غده کل Total yield | درصد ماده خشک Dry matter percentage |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تعداد روز تا غده‌زایی Day of tuberization | 1 | | | | | | |
| ارتفاع بوته Plant height | -0.118 | 1 | | | | | |
| تعداد ساقه اصلی در بوته Main stem number | -0.400* | 0.173 | 1 | | | | |
| تعداد غده در بوته Tuber number per plant | 0.417* | 0.146 | 0.113 | 1 | | | |
| وزن غده در بوته Tuber weight per plant | -0.217 | 0.073 | 0.096 | 0.483* | 1 | | |
| عملکرده غده کل Total yield | -0.166 | 0.061 | 0.113 | 0.569** | 0.974** | 1 | |
| درصد ماده خشک Dry matter percentage | 0.085 | -0.111 | -0.275 | -0.272 | -0.377 | -0.337 | 1 |

** و *: به‌ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels respectively

برای درک بیشتر ساختار داده‌ها و روابط بین صفات از تجزیه به عامل‌ها استفاده شد (جدول ۴). در تجزیه به عامل‌ها از روش مولفه‌های اصلی و چرخش وریماکس استفاده گردید. معنی‌دار بودن آماره KMO بیان‌گر همبستگی کافی بین صفات و مطلوب بودن تجزیه به عامل‌ها بود. نتایج حاصل از تجزیه به عامل نشان داد که سه عامل مقادیر ویژه بزرگتر از یک داشتند و در مجموع ۷۵/۷۴۴ درصد از واریانس بین صفات را توجیه کردند. عامل اول با ۳۸/۱۳۳ درصد توجیه تغییرات کل دارای بزرگترین ضرایب عاملی برای صفات عملکرد غده کل، وزن غده در بوته و درصد ماده خشک بود و این عامل به‌عنوان عامل عملکرد نام‌گذاری شد. عامل دوم با توجیه ۲۲/۳۱۷ درصد از تغییرات دارای ضرایب عاملی مثبت و بزرگ برای صفات تعداد روز تا غده‌زایی و تعداد غده در بوته بود و عامل غده‌زایی نامیده شد. عامل سوم ۱۵/۲۹۵ درصد از تغییرات را به خود اختصاص داد که بزرگترین ضرایب عاملی آن مربوط به صفات تعداد ساقه و ارتفاع ساقه بود و به‌عنوان عامل ساختاری بوته نام‌گذاری شد. در تجزیه عامل‌ها، صفات موثر در هر عامل شناسایی شده و عوامل نیز بر اساس موثرترین صفات نام‌گذاری می‌شوند این روش، بهبود ژنتیکی عوامل را به‌واسطه صفات مرتبط با آن‌ها امکان‌پذیر می‌سازد

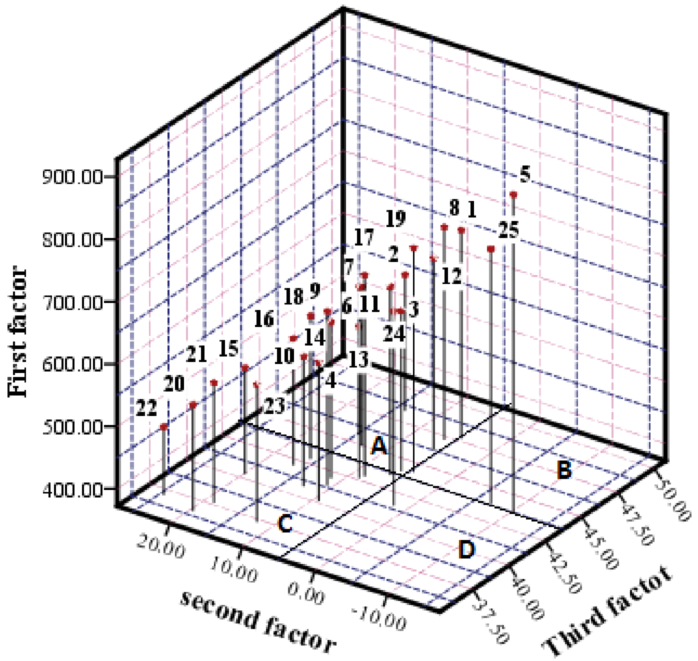
(Tadesse and Bekele, 2001). نتایج به‌دست آمده در این تحقیق با نتایج برخی محققین در گیاه سیب‌زمینی مطابقت دارد (Jouyandeh-Kelashemi and Hassanpanah, 2014; Zakerhamidi and Hassanpanah, 2014; Hassanpanah *et al.*, 2016 a). گروه‌بندی هیبریدهای مورد مطالعه بر اساس عامل اول، دوم و سوم انجام شد و موقعیت هر هیبرید و ارقام در شکل ۸ نشان داده شده است. در این گروه‌بندی هیبریدهای ۱، ۲، ۳، ۷، ۸، ۱۲، ۱۷، ۱۹ و رقم کایزر در ناحیه A قرار گرفتن که دارای بیشترین مقدار برای هر سه عامل می‌باشند. هیبرید ۵ و رقم ساوالان علی‌رغم داشتن مقدار بالا برای عامل اول و سوم دارای کمترین مقدار برای عامل دوم بودند و در ناحیه B قرار گرفتند. رقم آگریا در ناحیه D قرار گرفت که دارای کمترین مقدار برای هر سه عامل می‌باشد. مابقی ارقام و هیبریدها در ناحیه C قرار گرفتند.

جهت تعیین میزان تنوع موجود در صفات مختلف، اقدام به محاسبه ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی گردید. ضریب تغییرات ژنتیکی بالا برای صفات تعداد غده در بوته و وزن غده در بوته مشاهده شد (جدول ۵). این روند در مورد ضریب تغییرات فنوتیپی نیز مشاهده گردید. مقادیر ضریب تغییرات فنوتیپی اندکی از ضریب تغییرات ژنتیکی بیشتر بود که نشان‌دهنده تاثیر بسیار پایین محیط بر روی این صفات می‌باشد (Beikzadeh *et al.*, 2015). ضریب تغییرات ژنتیکی صفات نشان می‌دهد که تنوع موجود در صفات مختلف متفاوت است. مسلماً هرچه تنوع موجود در صفات بیشتر باشد انتخاب در آن‌ها منجر به پاسخ به گزینش بهتری خواهد شد (Moosavi *et al.*, 2013).

**جدول ٤- ضرایب عامل‌ها، مقادیر ویژه، درصد واریانس تجمعی توجیه شده توسط عامل‌ها بعد از چرخش واریماکس برای هیبریدها و ارقام سیب‌زمینی**

**Table 4- Factor loadings, Eigen values, present of variance and cumulative present of variance after varimax rotation for potato hybrids and cultivars**

| عامل Factor | مقادیر ویژه Eigen values | درصد وایانس Variance percent | درصد واریانس تجمعی Cumulative variance percent | عملکرده غده کل Total yield | وزن غده در بوته Tuber weight per plant | درصد ماده خشک Dry matter percentage | تعداد روز تا غده‌زایی day of tuberization | تعداد غده در بوته Tuber number per plant | ارتفاع بوته Plant height | تعداد ساقه اصلی در بوته Main stem number |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2.669 | 38.133 | 38.133 | 0.976 | 0.968 | -0.463 | -0.140 | 0.607 | -0.04 | 0.119 |
| 2 | 1.562 | 22.317 | 60.449 | -0.019 | -0.086 | 0.027 | 0.932 | 0.633 | 0.091 | -0.422 |
| 3 | 1.071 | 15.295 | 75.744 | 0.016 | 0.009 | -0.439 | -0.146 | 0.278 | 0.779 | 0.657 |




**شکل ۸- گروه‌بندی هیبریدها و ارقام سیب‌زمینی بر اساس ۳ عامل اول**

**Figure 8- Grouping of potato cultivars and hybrids based on the first three factors**

در تصمیم‌گیری برای گزینش یک صفت خاص وراثت‌پذیری نقش مهمی را ایفا می‌کند. نتایج توارث‌پذیری ژنتیکی نشان داد که صفات تعداد روز تا غده‌زایی، تعداد غده در بوته و وزن غده در بوته ثوارث‌پذیری بالایی دارند و درنتیجه کمتر تحت تاثیر محیط قرار گرفتند. اگرچه وراثت‌پذیری بالا موثر بودن گزینش را بر اساس کارایی فنوتیپی نشان می‌دهد، اما اطلاعاتی در مورد پیشرفت ژنتیکی برای گزینش افراد را نشان نمی‌دهد. جهت افزایش بهره گزینشی، وراثت‌پذیری همراه با پیشرفت ژنتیکی نسبت به برآورد وراثت‌پذیری، موثرتر است (Balcha, 2014). پیرسون و همکاران (Pearson *et al.*, 2007) وراثت‌پذیری بیش از ۶۰ درصد و پیشرفت ژنتیکی بالای ۱۰ را به‌عنوان معیار سنجش صفات عنوان کردند. صفت وزن غده در بوته و تعداد غده در بوته دارای بیشترین شاخص پیشرفت ژنتیکی، وراثت‌پذیری و واریانس ژنتیکی بود. وراثت‌پذیری بالا به همراه پیشرفت ژنتیکی نشان‌دهنده این است که این صفت توسط ژن‌های افزایشی کنترل می‌شود و می‌توان این صفت را در برنامه‌های اصلاحی از طریق گزینش بهبود داد (Beikzadeh *et al.*, 2015). هم‌چنین، سلواراج و همکاران (Selvaraj *et al.*, 2011) بیان نمودند ک ضریب تغییرات ژنتیکی بالا در کنار وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی بالا معیارهای مناسبی برای گزینش ژنوتیپ‌ها می‌باشند. در پژوهشی که توسط آلام و همکاران (Alam *et al.*, 1998) بر روی سیب‌زمینی شیرین انجام شد، بیشترین ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی به‌ترتیب مربوط به تعداد ساقه، تعداد غده در بوته، عملکرد غده در بوته بود.

**جدول ۵- میزان وراثت‌پذیری و برخی دیگر از پارامترهای ژنتیکی صفات مورد مطالعه در ارقام و هیبریدهای سیب زمینی**
**Table 5- Heritability and some other genetic parameters of studied traits in potato cultivars and hybrids**

| | تعداد روز تا غده‌زایی<br>**Day of tuberization** | ارتفاع بوته<br>**Plant height** | تعداد ساقه اصلی در بوته<br>**Main stem number** | تعداد غده در بوته<br>**Tuber number per plant** | وزن غده در بوته<br>**Tuber weight per plant** | عملکرده غده کل<br>**Total yield** | درصد ماده خشک<br>**Dry matter percentage** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| میانگین مربعات ژنتیکی<br>Means of squares Genetic | 77.687 | 171.534 | 0.866 | 39.715 | 248838.1 | 71.431 | 34.405 |
| میانگین مربعات خطا<br>Means of squares error | 3.74 | 39.604 | 0.776 | 2.513 | 18012.94 | 32.61 | 11.383 |
| واریانس ژنتیکی<br>Genetic variance | 4.929 | 8.795 | 0.006 | 2.48 | 15388.35 | 2.588 | 1.534 |
| واریانس فنوتیپی<br>Phenotypic variance | 6.176 | 21.996 | 0.264 | 3.317 | 21392.66 | 13.458 | 5.329 |
| وراثت پذیری عمومی (درصد)<br>Heritability | 79.815 | 39.98 | 2.267 | 74.752 | 71.93 | 19.23 | 15.055 |
| ضریب تغییرات فنوتیپی<br>Phenotypic coefficient of variation | 4.129 | 7.333 | 14.406 | 23.783 | 22.784 | 11.26 | 11.059 |
| ضریب تغییرات ژنتیکی<br>Genotypic coefficient of variation | 3.688 | 4.637 | 2.169 | 20.563 | 19.323 | 4.938 | 5.935 |
| پیشرفت ژنتیکی<br>Genetic advance | 6.789 | 6.04 | 0.672 | 36.624 | 33.761 | 4.46 | 3.43 |

## نتیجه‌گیری

باتوجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها و گروه‌بندی هیبریدها براساس سه عامل اول می‌توان هیبریدهای ۵، ۱۷و ۱۹ را به‌عنوان هیبرید برتر در نظر گرفت. هیبریدهای ۱، ۳ و ۲۰ با دارا بودن بیشترین درصد ماده خشک برای فرآوری (چیپس) قابل توصیه می‌باشد. صفت وزن غده در بوته و تعداد غده در بوته دارای بیشترین مقدار پیشرفت ژنتیکی و وراثت‌پذیری بودند و می‌توان این دو صفت را در برنامه‌های اصلاحی از طریق گزینش بهبود داد.

## References


1. Alam, S., Narzary, B. D., and Deka, B. C. 1998. Variability character association and path analysis in sweet potato (*Ipomoea batatus* (L.) Lam). Journal of Agricultural Sciences society of North East India 11 (1): 77-81.
2. Bagherniae-kasbakhi, M., and Hassanpanah, D. 2014. Evaluation of yield and tuber yield components in hybrids from potato intersection of Agria and Kaiser Cultivars. Electronic Conferences on new Finding in Environment and Agricultural Ecosystem. New Energy and Environment Institute of Tehran University, Tehran, Iran.

3. Balcha, A. 2014. Genetic variation for grain yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in sole and maize/bean intercropping systems. Asian Journal of Crop Science 6 (2): 158-164.
4. Beikzadeh, H., Alavi Siney, S. M., Bayat, M., and Ezady, A. A. 2015. Estimation of genetic parameters of effective agronomical traits on yield in some of Iranian rice cultivar. Agronomy Journal 106: 73-78. (in Persian with English abstract).
5. Beukema, H. P., and Varderzaag, D. 1990. Introduction to potato production. Translation by Rezaee and Soltani. Publication university of Mashhad.
6. Bolandi, A. R., and Hamidi, H. 2016. Evaluation of quantitative and qualitative traits of 18 potato clones. Iranian Journal of Field Crops Research 14 (2): 318-328. (in Persian with English abstract).
7. Farshadfar, E. 1997. Plant breeding methodology. Razi University. Kermanshah.
8. Fufa, M. 2013. AMMI analysis of tuber yield of potato genotypes grown in bale, southeastern ethiopia. Advances in Crop Science and Technology 2: 1-3.
9. Gedif, M., Yigzaw, D. 2014. Genotype by environment interaction analysis for tuber yield of Potato (*Solanum tuberosum* L.) using a GGE Biplot method in amhara region, ethiopia. Agricultural Sciences 5: 239-249.
10. Hassanpanah, D. 2013. The comparative observation of quantitative characteristics, heterosis and dominance degree in hybrids derived from breeding populations of true potato seed. Journal of Crop Ecophysiology 7 (27): 259-276. (in Persian).
11. Hassanpanah, D., and Hassanabadi, H. 2012. Evaluation of quantitative, qualitative and tuber yield stability of 18 promising potato clones in Ardabil province. Journal of Crop Ecophysiology 6 (2): 219-234. (in Persian with English abstract).
12. Hassanpanah, D., Hassanabadi, H., Hosseinzadeh, A. A., Soheili, B., and Mohammadi, R. 2016 a. Factor analysis, AMMI stability value (ASV) parameter and GGE Bi-Plot graphical method of quantitative and qualitative traits in potato genotypes. Journal of Crop Ecophysiology 10 (3): 731-748. (in Persian with English abstract).
13. Hassanpanah, D., Mousapour-Gorji, A., Kahbazi, M., Karbalaei-Khiavi, H., and Mohammadi, R. 2016 b. Adaptability evaluation of 104 potato hybrids in ardabil and alborz provinces. Journal of Crop Ecophysiology 10 (1): 121-138. (in Persian with English abstract).
14. Haydar, A., Islam, M. A., ARA, T., KHokan, E. H., and KHalequzzaman, K. M. 2009. Studies on genetic variability correlation and path analysis in potato. International Journal of Sustainable Agricultural Technology 5 (5): 40-44.
15. Jouyandeh-Kelashemi, I., and Hassanpanah, D. 2014. Evaluation of genetic diversity for yield and yield component in the hybrids produced from breeding population of HPS×II/67 potato. International Journal of Current Life Sciences 4 (11): 10107-10110.
16. Khazaee, H. R., Nasiri-Mahallati, M., and Arshadi, M. J. 2012. Determine the amount of reducing sugars in potato using glucose manually and compare it with the enzymatic method. Iranian Food Science and Technology 7 (4): 291-297. (in Persian).
17. Masoumpour, E., Mousapour Gorji, A., and Sharghi, Y. 2013. Genetic variation of some traits in potato cultivars and clones. Agronomy Journal 106: 193-203. (in Persian with English abstract).
18. Mohaddesi, A., Bakhshipour, S., Abbasian, A., Sattari, M., and Mohammad-Salehi, M. 2013. Study on adaptability, quality and quantity characters of rice genotypes in Mazandaran. Journal of Plant Production 20 (2): 19-36. (in Persian with English abstract).
19. Mohammadnia, Sh., Asghari, A., Sofalian, O., Karimizadeh, R., and Mohammaddust- Chamanabad, H. R. 2014. Evaluation of end season drought tolerance in durum wheat advanced lines and its relation with molecular markers. MSc Thesis. Mohaghegh Ardabili University. Ardabil. Iran.
20. Moosavi, S. S., Jalalifar, S., Abdolahi, M. R., and Chaichi, M. 2013. Evaluation of diversity and heritability of some morphological traits in bread wheat under stress and normal conditions. Journal of Agronomy science 6 (9): 37-54.
21. Pearson, D. C., Rosielle, A. A., and Boyd, W. J. R. 2007. Heritability of five wheat quality traits for early generation selection. Australian Journal of Experimental Agriculture 21 (3): 512-515.
22. Panigrahi, K. K., Pradhan, J., Panigrah, P., and Sarkar, K. 2017. Genetic Variability Character Association and Path Coefficient Analysis of Yield Attributes for Medium and Late Maturing Potato Cultivars. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 6 (7): 2558-2566.
23. Selvaraj, C. I., Nagarajan, P., Thiyagarajan, K., Bharathi, M., and Rabindran, R. 2011. Genetic parameters of variability, correlation and path coefficient studies for grain yield and other yield attributes among rice blast disease resistant genotypes of rice (*Oryza Sativa* L.). African Journal of Biotechnology 10 (17): 3322-3334.
24. Tadesse, W., and Bekele, E. 2001. Factor analysis of yield in grass pea (*Lathyrus sativus* L.). Lathyrus Lathyrism Newsletter 2: 416-421.
25. Tarbali, L., Asghari-zakaria, R., Hassanpanah, D., and Sofalian, O. 2015. Evaluation of $F_2$ potato clones obtained from hybrid true potato seeds. MSc Thesis. Mohaghegh Ardabili University. Ardabil. Iran.

26. Vahabzadeh, M., and Ghasemi, M. 2012. Evaluation of grain yield stability and selection of wheat stable varieties spring in the Caspian sea climate. Journal of Crop Production in Environmental Stress 3 (3 and 4): 2-14. (in Persian)
27. Zakerhamidi, S., and Hassanpanah, D. 2014. Investigation of genetic diversity for quantitative traits in 166 potato hybrids of produced from Luca and Caesar cultivars crosses. Bulletin of Environment. Pharmacology and Life Sciences 3 (12): 34-37.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 17, No. 2, Summer. 2019, p. 241-253

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۵۳-۲۴۱

# Evaluation of Genetic Stability of some Agronomic Traits in Potato Hybrids and Cultivars under Different Climate Conditions

Sh. Mohammadnia[2], A. Asghari[2*], D. Hassanpanah[3], R. Karimizadeh[4], A. A. Shokouhian[5]

Received: 27-12-2017
Accepted: 30-01-2019

## Introduction

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is an important food and cash crop ranking fourth after maize, wheat and rice annual production in the world. It is a high biological value crop that gives an exceptionally high yield with more nutritious content per unit area per unit time than any other major crops. Thus, it can play a remarkable role in human diet as a supplement to other food crops such as wheat and rice. The main objective of the breeding program is to increase yield production. One of the major factors contributing to potato yield reduction is limited number of cultivars with wide range of adaptability and stability in tuber yield. Thus, evaluating genotypes across various environments for their stability of performance and range of adaptation is crucial and is an important component of the research activity of the national as well as regional research program.

## Materials and Methods

20 potato hybrids along with five commercial cultivars (Savalan, Agria, Caesar, Luta and Satina) were evaluated in randomized complete block design with three replications at Agricultural and Natural Resources Research Station of Ardebil, Khorasan razavi, Karaj, Isfahan and Hamedan in 2016. In this investigation each of the hybrids and control cultivars were planted in 2 rows of six meters. Row spacing of 75 cm and plant spacing of 25 cm was considered. There were 25 tubers in each row. Pest control was performed using 250 ml of $Ha^{-1}$ Confidor. During growing period and after harvest the traits such as: plant height, day of tuberization, main stem number per plant, tuber number and weight per plant, total tuber yield and percentage of tuber dry matter were measured. Combined analysis of variances was done and comparison of means was done by LSD at five percent probability level. The linear correlation between traits was also calculated. In order to understand the inter-relationships of attributes and determine the variables with the highest correlation, factor analysis with Varimax rotation of factors was used. Grouping of the hybrids was performed based on the first three factors. In order to study the genetic diversity and heritability of traits, some genetic parameters of the traits in potato cultivars and hybrids were calculated. All analyses were carried out using the $SAS_9$ and $SPSS_{16}$ softwares.

## Results and Discussion

Combined analysis of variance for traits showed significant differences among potato hybrids for all traits. The hybrids and environment interaction was significant for plant height, day of tuberization, tuber number and weight per plant, total tuber yield and tuber dry matter percent. Hybrids with number of 5, 9, 17 and 19 had the highest total tuber yield and the hybrid 20 and Satina cultivar had the lowest total tuber yield. The hybrids number 1, 3 and 20 had the highest amount of dry matter percentage compared to other hybrids suggesting that these hybrids are suitable for chips production. In factor analysis, three independent factors totally explained 75.744 percent of the variations. According to the results of factor analysis the following factors were nomenclature: the first factor as yield, the second factor as tuberization and third factor as plant. The weight per plant and tuber number per plant had the highest heritability, genetic gain, genotypic and phenotypic coefficient of variation. These traits can be improved through selection in breeding programs.

1- PhD. Student, Plant Breeding Branch, University of Mohaghegh Ardabil, Ardabil, Iran
2- Associate Professor, Plant Breeding Branch, University of Mohaghegh Ardabil, Ardabil, Iran
3- Scientific Staff Member, Horticulture Crops Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research Centre, AREEO, Plant Breeding Branch, Ardabil, Iran
4- Assistant Professor, Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Plant Breeding Branch, Gachsaran, Iran
5- Associate Professor, University of Mohaghegh Ardabil, Horticulture Branch, Ardabil, Iran
(*- Corresponding Author Email: ali_asgharii@yahoo.com)

## Conclusions

In general, the results of the mean comparison and grouping of hybrids based on the first three factors showed that hybrids 5, 17 and 19 were better than the other hybrids. Hybrids 1, 3 and 20 with the highest percentage of dry matter are recommended for processing as chips. The weight per plant and the number of tubers per plant had the highest genetic gain and heritability rates, and these two traits could be improved through selection in breeding programs.

**Keywords:** Genetic advance, Genetic parameters, Heritability, Hybrid, Potato, Yield